

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 04-175524

(43)Date of publication of application : 23.06.1992

---

(51)Int.Cl.

F16D 65/12  
G22C 37/04

---

(21)Application number : 02-302972

(71)Applicant : KAWASAKI HEAVY IND LTD

(22)Date of filing : 07.11.1990

(72)Inventor : KOMATSU NORIHITO  
HINO HARUKI

---

### (54) BRAKE DISC MEMBER

#### (57)Abstract:

**PURPOSE:** To obtain a disc member which has high extending ratio, resistance for thermal cracking, high frictional coefficient and resistance for fatigue by composing the disc member of compact vermiculite graphite cast iron whose ferrite ratio is substantially ranged between 50 and 70% and containing specified amounts of C, Si, Mn, P, S, Ni, Mo and Mg.

**CONSTITUTION:** A brake disc member is made of compact vermiculite graphite cast iron whose ferrite ratio is substantially ranged between 60 and 70%. The chemical composition is as follows: C:3.2 to 3.7wt%, Si:1.8 to 2.4wt%, Mn:0.6 to 0.7wt%, P:0.03wt% or lower, S:0.03wt% or lower, Ni:1.0 to 3.0wt%, Mo:0.2 to 0.6wt%, and Mg: 0.004 to 0.015wt%. Thermal conductivity, resistance for thermal cracking, mechanical strength and durability are thus improved. This is suitable for a brake disc member for a high-speed vehicle.

⑨ 日本国特許庁(JP)

⑩ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報(A) 平4-175524

⑬ Int. Cl.<sup>5</sup>

F 16 D 65/12  
C 22 C 37/04

識別記号

Z  
G

庁内整理番号

8009-3J  
6813-4K

⑭ 公開 平成4年(1992)6月23日

審査請求 未請求 請求項の数 3 (全6頁)

⑮ 発明の名称 ブレーキディスク材

⑯ 特 願 平2-302972

⑰ 出 願 平2(1990)11月7日

⑱ 発 明 者 小 松 紀 仁 兵庫県神戸市兵庫区和田山通2丁目1番18号 川崎重工業株式会社兵庫工場内

⑲ 発 明 者 日 野 春 樹 兵庫県明石市川崎町1番1号 川崎重工業株式会社明石工場内

⑳ 出 願 人 川崎重工業株式会社 兵庫県神戸市中央区東川崎町3丁目1番1号

\r\n㉑ 代 理 人 弁理士 島 巢 実

明 細 書

1. 発明の名称

ブレーキディスク材

2. 特許請求の範囲

1. フェライト率が60%~70%前後で、化学組成がC 3.2~3.7%、Si 1.8~2.4%、Mn 0.6~0.7%、P 0.03%以下およびS 0.03%以下を含有するほか、Ni 1.0~3.0%、Mo 0.2~0.6%およびMg 0.004~0.015%を含有させたコンパクト・パーミキュラ黒鉛鋼鉄から形成したことを特徴とするブレーキディスク材。

2. 前記コンパクト・パーミキュラ黒鉛鋼鉄に、さらにCu 0.3~0.7%を含有させた請求項1記載のブレーキディスク材。

3. 前記コンパクト・パーミキュラ黒鉛鋼鉄を、焼鈍処理あるいは焼入れ・焼戻し処理した請求項1又は2記載のブレーキディスク材。

3. 発明の詳細な説明

[産業上の利用分野]

この発明はブレーキディスク材の改良に関する

もので、とくに高速の鉄道車両用ディスクブレーキに最適なブレーキディスク材に関するものである。

[従来の技術]

上記したブレーキディスク材として、従来、特開昭60-215737号公報に記載のものがある。これ(以下、FCV50という)は、コンパクト・パーミキュラ(以下、CVともいう)鋼鉄からなり、フェライト率を50%以下にして耐摩耗性および耐疲労強度を高めたこと、および黒鉛の球状化率を30~60%にしてCV黒鉛との混在組織にし、熱亀裂の発生を抑制し、耐疲労強度の向上を図ったことを特徴としている。なお、その実施例にかかる化学組成(重量%)は、C 3.55、Si 2.31、Mn 0.99、P 0.017、S 0.014、Mg 0.014、Pb 0.005からなる。

その他の先行技術として、特開昭60-157528号公報に記載のブレーキディスク材があるが、これは、Niを7~20%の割合で添加した鋼鉄から構成されたもので、Niの添加により耐食性を改善

したものである。

〔発明が解決しようとする課題〕

上記したFCV50は、引張強さが $49.8\text{kgf/mm}^2$ 、ブリネル硬さがHB218であり、耐疲労性については非常に優れているが、破断伸び（以下、伸びともいう）が1.80%とやや低いため、耐熱亀裂性については不十分であった。したがって、近年のスピードアップに伴う、いわゆる高速車両のブレーキディスク材として使用した場合には、ブレーキディスク材の表面温度が高くなるため、熱亀裂の発生を防止する観点からは十分とはいえない。

後者の公報に記載のブレーキディスク材は、Niの添加量が7%を超え非常に多いため、本発明のような鉄製の車両用ブレーキディスク材に適用しようとする、Niのもつ焼き入れ促進性により、とくに焼込み時に焼き入れと同様の作用が生じて金属組織が変化し、硬度が高くなり過ぎる。このため、ライニング材との関係に必要な摩擦係数を得られないという問題がある。

に注入し固化させて型ばらしした後、焼鈍あるいは焼入れ、焼戻ししてもよい。

〔作用〕

上記の構成を有する本発明のブレーキディスク材によれば、次のような作用を奏する。

①耐熱亀裂性：フェライト率が60～70%程度と高く熱伝導性に優れていること、また伸び率が2.5%以上と高いことから、高温度での熱亀裂の発生が抑制される。またMgを一般のCV黒鉛鉄より低く0.004～0.015%しか添加していないから、黒鉛の球状化率が30%～35%程度と片状黒鉛鉄に近い値になり、熱伝導が良好である。また耐熱材に使用されるNi、Moが含有され、これらも耐熱亀裂性の向上に寄与する。

②耐疲労強度：基本的に強度の高いCV鉄からなるうえに、Ni、Moが含有されて更に強度が高められているので、引張強さが $43\sim 50\text{kgf/mm}^2$ 程度と大きい。なお、フェライト率は上記したとおり60～70%程度と高いが、フェライト系組織内にNi、Moが固溶された状態になっているの

この発明は上述の点に鑑みなされたもので、従来のブレーキディスク材、とくにFCV50に比べて伸び率が高く耐熱亀裂性に優れ、また摩擦係数および耐疲労強度も高く、とくに高速車両に好適なブレーキディスク材を提供することを目的としている。

〔課題を解決するための手段〕

上記した目的を達成するためにこの発明のブレーキディスク材は、a)フェライト率が60～70%前後のコンパクト・パーミキュラ黒鉛鉄からなり、b)その化学組成（重量%）が、C 3.2～3.7%、S 1.8～2.4%、Mn 0.6～0.7%、P 0.03%以下およびS 0.03%以下を含有するほか、Ni 1.0～3.0%、Mo 0.2～0.6%およびMg 0.004～0.015%を含有させたものである。

請求項2記載のように、前記コンパクト・パーミキュラ黒鉛鉄に、さらにCu 0.3～0.7%を含有させてもよい。

請求項3記載のように、前記コンパクト・パーミキュラ黒鉛鉄の溶湯をブレーキディスク鋳型

で、耐摩耗性にも優れている。

③摩擦係数：鉄であり、焼き入れしていないため、硬度が高くなり過ぎず（ブリネル硬さ：HB 192～212程度）、規定の制動距離である600m以内で車両を停止させるのに必要な摩擦係数0.3以上が達成される。なお、摩擦係数（および硬度）は上記Niの添加量との関係が深い、本ブレーキディスク材ではNiの添加量を3.0%以下に、またMoの添加量を0.6%以下にそれぞれ抑えて、NiとMoを合計した添加量が最大でも3.5%を超えないようにしたので、Ni又はMoの作用で硬度が増大し過ぎることがない。例えば、Niが4～8%含有された鉄は、焼入れ状態でマルテンサイト基組織の鉄に変化するが、このようにNi含有量の多い鉄は熱亀裂が発生しやすく、また硬度がHB 300以上になるため、現状のライニング材では0.3以上の摩擦係数を達成することが困難で、ブレーキディスク材として使用には適していない。また、Niと共に少量のMoを添加したのは、高温強度の改善と硬さの向上が期

待でき、Niより少量の添加で効果があるからである。

また、請求項2記載のブレーキディスク材は、Cuを0.3~0.7%添加したので、上記(請求項1)のブレーキディスク材よりもフェライト率がやや低くなる。このため、上記ブレーキディスク材よりもパーライト率が増えるので、耐疲労強度および耐摩耗性が高くなるが、反面、熱伝導率は悪くなり、耐熱亀裂性はやや劣る。しかし、伸びは2.6程度で2.0%以上が確保され、またフェライト率も60%以上と高いことから、従来のFCV50に比べると、耐熱亀裂性は格段優れている。

さらに、請求項3記載のように、CV黒鉛粉末を、焼鈍させれば、応力除去が図られ伸びも向上するし、適当な焼入れ・焼戻しの熱処理を行えば、耐摩耗性(硬度)と強度が向上する。

#### [実施例]

##### —実施例1—

本実施例のブレーキディスク材は、第1表に示す化学組成の溶湯を処理してブレーキディスク材

し後に焼鈍処理を行い基組織を制御して、フェライト率を60%(フェライト:パーライト=6:4)にした。このフェライト率は、金属の断面にエッチング処理を施して、顕微鏡観察によりフェライト系組織(第1図の写真で白く光っている部分)の面積率を求めて判定した。なお、第1図の写真で黒くなっている部分が、パーライト系組織である。

次に、本実施例のブレーキディスク材(NCV-A)と従来のブレーキディスク材(FCV50)の引張試験および硬度試験の比較実験データを示す。

##### 表2(NCV-A)

###### 引張試験

引張強さ 0.2%耐力 伸び ヤング率  
50.3kgf/mm<sup>2</sup> 41.7kgf/mm<sup>2</sup> 2.6% 1.62×10<sup>4</sup>kgf/mm<sup>2</sup>

###### 硬度試験(ブリネル硬さ)

HB(10/3000) 212

##### 表3(FCV50)

###### 引張試験

型に注入して形成したものである。なお、各成分の数値は重量%である。

表1

成分	C	Si	Mn	P	S
含有率	3.8	2.0	0.6	0.03	0.01
成分	Mg	Ni	Mo	Cu	Fe
含有率	0.007	2.5	0.4	0.5	残部

溶湯の処理はMgの添加によるCV処理で、Mg添加量を0.007%に抑えて、黒鉛の球状化率を30%(NIK法による判定)程度にしている。これは、上記したように片状黒鉛の方がCV黒鉛よりも熱伝導が良好なことから、CV化剤としてのMgの添加量を一般のCV黒鉛粉末より低く(約半分程度に)して熱伝導率の向上を図るためである。

第1図は鍛造により得られた本実施例のブレーキディスク材の金属組織を示す顕微鏡写真(100倍)である。同図からわかるように、黒鉛の形状は、CVと球状の混在したものからなる。

また、パーライト接覆剤を添加せずに、型ばら

引張強さ 0.2%耐力 伸び ヤング率  
48.8kgf/mm<sup>2</sup> 37.0kgf/mm<sup>2</sup> 1.8% 1.73×10<sup>4</sup>kgf/mm<sup>2</sup>  
硬度試験(ブリネル硬さ)  
HB(10/3000) 218

上記2つの表の比較から、本実施例のブレーキディスク材と従来のブレーキディスク(FCV50)とは、伸びが著しく相違していることが認められる。すなわち、本実施例のブレーキディスク材の伸びは2.6%であるが、このように、伸びが2.0%を超えると、2.0%未満のものに比べて耐熱亀裂性が大幅に向上することが経験的にわかっている。一方、硬度は従来のFCV50の方が僅かに高いが、これはフェライト率が50%以下と本実施例のブレーキディスク材(60%)よりも少ないためだと考えられる。しかし、本実施例のNCV-Aのようにフェライト率が高い方が、熱伝導率に優れていることから、上記した伸びが高いことと合わせて、本実施例のNCV-Aが従来のFCV50に比べて耐熱亀裂性が大幅に改善されていることが明らかである。したがって、本実施例のブレー

キディスク材は、制動時にその表面温度が上昇する割合が高い高速車両のブレーキディスクに好適であるといえる。また、耐熱亀裂性が改善されることにより、耐久性の面でも向上するから、寿命もかなり延びる。

ところで、上記実施例では、型ばらし後に焼鈍処理を施してブレーキディスク材(NCV-A)を得たが、焼鈍処理を施す代わりに、焼入れ・焼戻し処理を施してもよい。すなわち、型ばらし後に、830℃で焼入れして空冷し、640℃まで昇温して炉冷することにより焼戻してブレーキディスク材(NCV-A')を得た。これの引張試験および硬度試験を表4に示す。なお、ブレーキディスク材(NCV-A')の化学組成は、上記ブレーキディスク材(NCV-A)と共通するもので、表1に示した通りである。

表4(NCV-A')

引張試験

引張強さ 0.2%耐力 伸び ヤング率  
60.0kgf/mm<sup>2</sup> 55.0kgf/mm<sup>2</sup> 2.0% 1.68×10<sup>4</sup>kgf/cm<sup>2</sup>

同様に抑えて黒鉛の球状化率を35%にした。また、パーライト接覆剤を添加せず、型ばらし後に焼鈍処理を行い基体組織を制御してフェライト率を調整したことは、上記実施例(NCV-A)と共通している。

第2図は鑄造により得られた本実施例のブレーキディスク材の金属組織を示す顕微鏡写真(100倍)である。同写真から、黒鉛の形状がCVと球状の混在したものからなり、またフェライト：パーライト=7：3程度の比率からなることが確認される。

次に、本実施例のブレーキディスク材(NCV-B)について、第6表に引張試験および硬度試験の実験データを示す。

表6(NCV-B)

引張試験

引張強さ 0.2%耐力 伸び ヤング率  
43.3kgf/mm<sup>2</sup> 35.2kgf/mm<sup>2</sup> 3.9% 1.65×10<sup>4</sup>kgf/cm<sup>2</sup>

硬度試験(ブリネル硬さ)

HB(10/3000) 192

硬度試験(ブリネル硬さ)

HB(10/3000) 240

-実施例2-

本実施例のブレーキディスク材は、第5表に示す化学組成の溶湯を処理してブレーキディスク型に注入して形成したものである。なお、各成分の数値は重量%である。

表5(NCV-B)

成分	C	Si	Mn	P	S
含有率	3.6	2.0	0.6	0.03	0.015

成分	Mg	Ni	Mo	Cu	Fe
含有率	0.007	2.5	0.4	-	残部

本実施例のブレーキディスク材が上記実施例と相違する点は、Cuを添加していないことである。Cuを添加しない場合には、パーライト率が下がる、いいかえればフェライト率が上がるので、本実施例のブレーキディスク材では、フェライト率が70%になった。このため、耐熱亀裂性については上記実施例(NCV-A)よりも向上させることができた。なお、Mgの添加量は上記実施例と

上記表から、本実施例のブレーキディスク材が、上記実施例(NCV-A)に比べて、伸びが更に向上していることが認められる。すなわち、本実施例のブレーキディスク材の伸び率は3.9%で、耐熱亀裂性が大幅に向上されている。反面、引張強さおよび硬度が、上記実施例(NCV-A)に比べてやや劣っているが、ブレーキディスク材としては両者ともに満足できる値である。

最後に、上記した本発明の実施例にかかるNCV-AおよびNCV-Bと従来のFCV50とのブレーキ性能試験の比較データを第3図に示すとともに、制動時における発熱状況(温度上昇過程)の3者の比較データを第4図に示す。

第3図は上記3者のブレーキディスク材についてライニング材としてRD-18を用いた場合の非常停止ブレーキ時(最高速度160km/h)における、制動距離および平均摩擦係数を示す線図である。3者のブレーキ性能試験は、初速度(制動直前の速度)と平均摩擦係数の関係、および初速度と制動距離との関係から判断されるが、同図から、制

動距離については3者ともほとんど差がないが、平均摩擦係数については、本発明のブレーキディスク材の方が従来のブレーキディスク材よりも優れているということがわかる。

第4図は上記3者のブレーキディスク材についてライニング材としてRD-501Aを用いた場合の非常停止ブレーキ時（最高速度160km/h）における、滑動面5mm下の温度上昇を示す線図である。同図から、本発明のブレーキディスク材は、従来のブレーキディスク材に比べて温度上昇が緩やかであるということがわかる。

#### [発明の効果]

以上説明したことから明らかなように、本発明のブレーキディスク材は、次のような効果がある。

(1) Mgの量を一般のCV黒鉛鋳鉄より低くして黒鉛の球状化率を30%~35%程度にするとともに、バークライト被覆剤を添加しないでフェライト率を60%~70%程度にしたので、熱伝導率が向上した。また、破断伸びが2.0%を超えたので、耐熱亀裂性が非常に優れている。一方、フェライト率を高

くしたが、NiとMoを添加してフェライト系組織中に固溶させ基体組織の強度を上げたので、本来、強度の高いCV鋳鉄であることと相俟って、機械的強度も高く、耐久性にも富む。また、鋳鉄からなり、焼き入れをしていないので、現状のライニング材との関係で、その硬度がブレーキディスク材に最適な値になり、ブレーキに必要な摩擦係数である0.3が十分に確保され、ブレーキ性能も満足できる。これらのことから、最近のような乗り物の高速化が図られている傾向にあって、とくに高速車両用のブレーキディスク材として好適である。

(2) 請求項2記載のブレーキディスク材は、Cuを含有させたことによって、基体組織のパーライト率がやや増加するので、耐熱亀裂性に加えて耐摩耗性が一段と向上する。

(3) 請求項3記載のように型ばらしした後、焼鈍処理を施せば、応力除去が図られ伸びも向上し、また適当な熱処理（焼入れ・焼戻し）を施せば、硬度および強度が向上する。

#### 4. 図面の簡単な説明

第1図は鋳造により得られた第1実施例のブレーキディスク材の金属組織を示す顕微鏡写真（100倍）である。第2図は鋳造により得られた第2実施例のブレーキディスク材の金属組織を示す顕微鏡写真（100倍）である。第3図は本発明のブレーキディスク材と従来のものとのブレーキ性能試験の比較データを示すもので、非常停止ブレーキ時における制動距離および平均摩擦係数を示す線図である。第4図は本発明のブレーキディスク材と従来のものとの制動時における温度上昇の比較データを示すもので、非常停止ブレーキ時における滑動面5mm下の温度上昇を示す線図である。

特許出願人代理人

弁理士 島 根 実

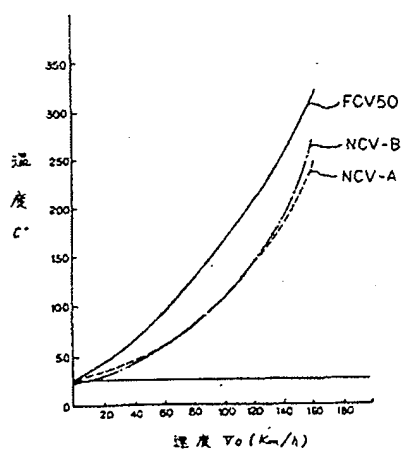
第 1 図



第 2 図



第 4 図



第 3 図

